

EDUARDO CESAR AMANCIO
(Organizador)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2



EDUARDO CESAR AMANCIO
(Organizador)

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2



Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Engenharias: criação e repasse de tecnologias 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Eduardo Cesar Amancio

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: criação e repasse de tecnologias 2 /
Organizador Eduardo Cesar Amancio. – Ponta Grossa -
PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0200-8
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.008223006>

1. Engenharia. I. Amancio, Eduardo Cesar
(Organizador). II. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Engenharias: Criação e repasse de tecnologias 2” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam nos vários caminhos das Engenharias e áreas afins.

A atual necessidade de informações e conhecimento de maneira rápida e eficiente leva a uma demanda de repasse de tecnologias mais eficaz. Neste cenário destaca-se o campo das engenharias, as quais são um dos principais pilares para o setor industrial. Entender os campos de atuação, bem como pontos de inserção e melhoria dessa desta área é de grande importância, buscando desenvolver novos métodos e ferramentas para melhoria continua de processos.

O aumento no interesse aos temas relacionados com a engenharia se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Além disso a busca pela otimização no desenvolvimento de projetos, leva cada vez mais a simulação de processos, buscando uma redução de custos e de tempo.

Neste livro são apresentados trabalho teóricos e práticos, relacionados a área de engenharia, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais. Sendo hoje que utilizar dos conhecimentos científicos de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Deste modo a obra “Engenharias: Criação e repasse de tecnologias 2” apresenta uma teoria bem fundamentada nos resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. Sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Eduardo Cesar Amancio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ANÁLISE EXERGÉTICA EM UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO A VAPOR COM APLICAÇÃO DA NEGUENTROPIA

Fábio de Farias Cavalcante

Glauco Demóclito Tavares de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230061>

CAPÍTULO 2..... 14

ASPECTOS DAS VARIAÇÕES LINGUÍSTICAS NO CANTEIRO DE OBRA

Iracira José da Costa Ribeiro

Lúcia de Fátima Araújo Souto Badú

Emerson Cordeiro de Lima

Ríusle Souza Nascimento

Ana Luzia Souza

Igor Jandson Feitosa da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230062>

CAPÍTULO 3..... 24

MEDIÇÃO INTELIGENTE DE DISTÂNCIA DE OBJETOS ESTÁTICOS PARA ROBÓTICA DE ENXAME

Márcio Mendonça

Rodrigo Henrique Cunha Palácios

Emanuel Ignacio Garcia

Michele Eliza Casagrande Rocha

Celso Alves Correa

Fábio Rodrigo Milanez

Marco Antônio Ferreira Finocchio

Lucas Botoni de Souza

Mateus Cabral dos Santos

João Paulo Scarabelo Bertoncini

Marcos Antonio de Matos Laia

André Luís Shiguemoto

Kazuyochi Ota Junior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230063>

CAPÍTULO 4..... 38

MODERNIZAÇÃO DE PONTES ANTIGAS – PONTE SOBRE O RIO JUCU – BR101 – ES

Jorge Martins Sarkis

Paulo Jorge Sarkis

Leonardo Borges Vargas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230064>

CAPÍTULO 5..... 52

PROGRAMA PILOTO Y CALIDAD DE SECADO DE MADERA *Apuleia leiocarpa* (Vogel)

J.F. Macbr. EN HORNO CONVENCIONAL ELÉCTRICO, MADRE DE DIOS-PERÚ

Emer-Ronald Rosales-Solorzano

Roger Chambi-Legoas

Rosa-Norma Aguilar-Lozano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230065>

CAPÍTULO 6..... 63

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UM DINAMÔMETRO BASEADO EM MOTOR DE CORRENTE CONTÍNUA

Felipe Costa Novo Malheiros

Nelson Henrique Bertollo Santana

Clara Luísa Pereira dos Santos Lima

Layane Rodrigues Monteiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230066>

CAPÍTULO 7..... 74

PROPOSTA DE REQUALIFICAÇÃO DE EDIFÍCIO INDUSTRIAL PARA ESPAÇOS DE ARTE E CULTURA

Margarida Ramos Silva

Jorge Ramos-Jular

João Carlos Lanzinha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230067>

CAPÍTULO 8..... 91

SEISMIC STUDY OF ANOMALIES OF AVO (AMPLITUDE VERSUS OFFSET) THROUGH SIMULATIONS USING THE BACKDROP OF THE RIO DO PEIXE SEDIMENTARY BASIN

Carlos Renato Gomes da Cunha

Gustavo Silva Vieira

Alice Dames Vieira

Letícia Kizuka Pereira

Ludmila Ravane Santos da Silva

Rayssa Barcellos Paiva

Brenda dos Santos Pereira

Hans Schmidt Santos

Kaio da Silva Pimentel Figueiredo

Rogério Manhães Soares

Ariane Raposo Nogueira Soares

Gabriel Fonseca Reiff Souto Vidigal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0082230068>

SOBRE O ORGANIZADOR 104

ÍNDICE REMISSIVO..... 105

MODERNIZAÇÃO DE PONTES ANTIGAS – PONTE SOBRE O RIO JUCU – BR101 – ES

Data de aceite: 01/06/2022

Data de submissão: 16/05/2022

Jorge Martins Sarkis

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0928295568349969>

Paulo Jorge Sarkis

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0950413559021567>

Leonardo Borges Vargas

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9010881827063023>

RESUMO: Para atender o programa nacional de recuperação e modernização de pontes antigas e duplicação de estradas, foram desenvolvidos projetos para 21 obras de arte na BR 101, sendo onze de reforço em pontes existentes, em torno

do acesso à Guarapari, no Estado do Espírito Santo. O trabalho apresenta o caso da Ponte sobre o Rio Jucu, 30 km ao Sul de Vila Velha e Vitória, com ênfase em alguns procedimentos peculiares resultante da idade do projeto e da construção. Numa situação bastante rara em construções com essa idade, o projeto é de 1957, foi possível recuperar o projeto e a memória de cálculo da época. Isso facilitou definir a resistência da estrutura original e projetar os reforços. Nas vigas foi utilizada a protensão externa, na face inferior das lajes malha de fibra de carbono e na face superior das lajes, lâminas inseridas de fibra de carbono. A operação mais delicada ficou por conta da substituição de uma rótula plástica de concreto por um aparelho de Neoprene. Na época em que foi feito o projeto original era recomendado o uso das chamadas armaduras passantes nesse tipo de apoio. O trabalho descreve a delicada operação de macaqueamento realizada para poder cortar as armaduras passantes, além dos recursos para reforço e alargamento da ponte.

PALAVRAS-CHAVE: Ponte; Reforço; Protensão Externa; Fibra de Carbono; Aparelho de Apoio.



Figura 1 – Vista Inferior da Ponte Nova Concluída e Ponte Existente em Reforma.

REFURBISHMENT OF ANCIENT BRIDGES - BRIDGE OVER JUCU RIVER - BR101 - ES

ABSTRACT: In order to meet the national program of restoration and upgrading of ancient bridges and roadway duplication, projects were developed for 21 bridges on BR 101, eleven of which were refurbishment of existing bridges situated around the access to Guarapari City in the State of Espírito Santo. This paper presents the case of the Bridge over Jucu River, 30 km south of Vila Velha and Vitória with emphasis on special procedures due to the age of the project and construction. It was possible to recover the original design and project from when it was built in 1957 which is unusual for constructions of this age. This made it easier to assess the strength of the original project and to design the appropriate reinforcements. External prestressing was used on beams, carbon fiber mesh on the bottom side of slabs, and cut-in carbon fiber on the top side of slabs. The most sensitive operation was the replacement of a concrete hinge for a Neoprene Bearing Pad. At the time of the original project, the use of transpassing steel bar was recommended for this type of joint. This paper describes the delicate bridge jacking operation in order to cut the transpassing reinforcement, as well as other resources used to reinforce and widen the bridge.

KEYWORDS: Bridge; Reinforcement; External Prestressing; Carbon Fiber; Bearing Pad.

1 | INTRODUÇÃO

O mal estado de conservação das OAEs, as novas cargas móveis com seus novos coeficientes de majoração (NBR 7188, 2013) e a duplicação de rodovias têm gerado uma demanda crescente de projetos de recuperação, reforço e modernização de pontes antigas.

Nas rodovias federais concedidas, os contratos já contêm cláusulas prevendo a atualização e modernização das respectivas estradas.

Nas rodovias sob administração do DNIT são mantidos contratos abrangentes com trabalho de inspeção e classificação que atingem mais de seis mil pontes e viadutos em todo o Brasil.

Da mesma forma, os órgãos rodoviários estaduais desenvolvem seus programas de inspeção, modernização e recuperação dessas estruturas.

Entre as rodovias concedidas está a BR 101 no Espírito Santo que está sendo duplicada em alguns trechos, incluindo o que se encontra a Ponte sobre o Rio Jucu, 30 km ao Sul de Vila Velha e Vitória.

2 | PONTE EXISTENTE

Essa ponte, em concreto armado, foi projetada pelo Engenheiro Lohengrin Vasconcelos Chaves, na década de 1950, aprovada pelo Conselho Rodoviário Nacional em 1957, quando a estrada tinha a designação de BR 5. Na época, vigiam as Normas NB-1 e NB-2, para Concreto Armado e Cargas nas Pontes, respectivamente.

O projeto completo e a primorosa memória de cálculo foram recuperados junto à concessionária da rodovia, repassados anteriormente pelo DNIT. Estavam reproduzidos

em cópias heliográficas que permitiram uma clara leitura de todo o material, embora dificultasse uma nova reprodução com qualidade. Dessa forma, os desenhos reproduzidos neste artigo são reconstituições fiéis do original. As Figuras 2, 3 e 4 ilustram a morfologia geral do projeto original.

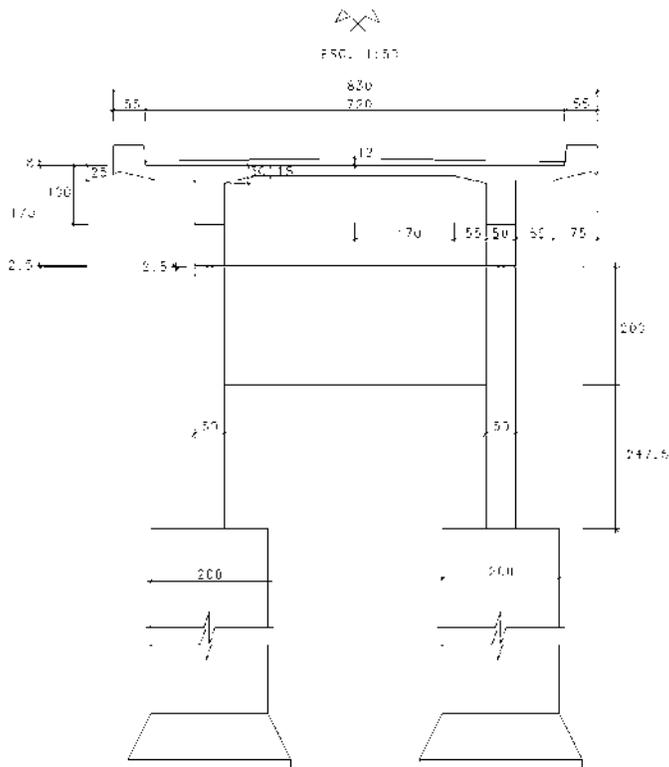


Figura 2 – Corte Transversal.

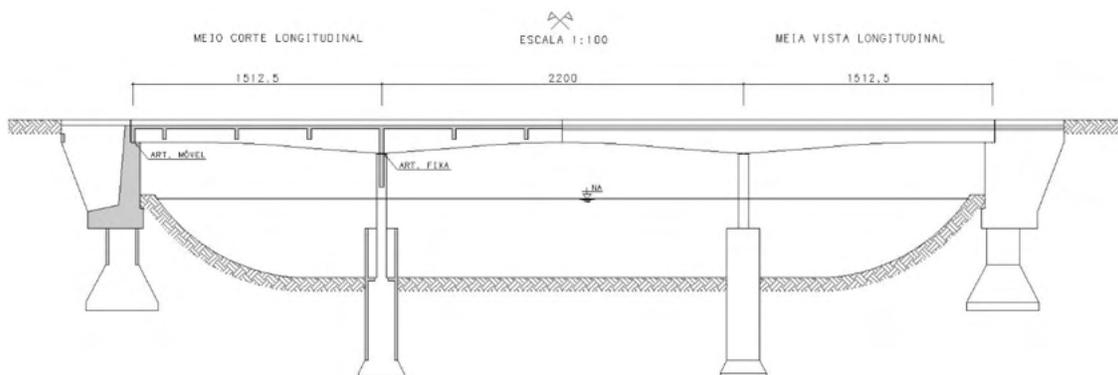


Figura 3 – 1/2 Vista e 1/2 Corte Longitudinal.

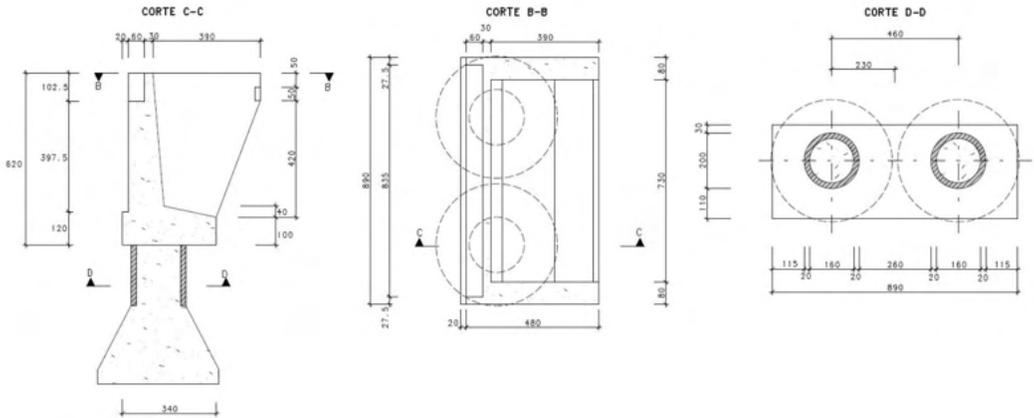


Figura 4 – Detalhe dos Encontros.

Como se verá adiante, foi importante essa recuperação do projeto, pois, por mais investigação que se fizesse, muitos detalhes considerados no projeto de modernização não poderiam ser identificados sem o acesso ao projeto original.

Em abril de 2015 foi feita a inspeção que orientou o projeto de modernização. Na ocasião foi utilizado um drone adaptado para fotografar de baixo para cima com técnica especial que permitia a leitura de abertura de fissuras. Essa técnica inédita foi apresentada por nós no IX CBPE, no Rio de Janeiro (SARKIS, J. M., 2016). A inspeção não identificou nenhuma patologia de vulto. Foram constatados alguns pontos de oxidação leve, lixiviação e falhas de concretagem. A Figura 5 apresenta uma foto lateral da ponte tirada na inspeção de 2015.



Figura 5 – Vista Lateral da Ponte Existente.

3 | ALARGAMENTO DA PONTE

Para atender às necessidades de tráfego da rodovia duplicada a ponte necessitou ser alargada de 8,30 m para 11,40 m, incluindo a largura de duas barreiras New Jersey nas bordas do tabuleiro.

A infraestrutura para o alargamento e para o reforço das fundações existentes foi concebida com estacas pré-moldadas de concreto, blocos e vigas de fundação ligadas e reforçando as fundações originais, que eram em tubulão a ar comprimido.

Na mesoestrutura foram projetados dois pilares, um ao lado de cada pórtico existente e ligado a ele por uma travessa.

Poucas soluções podem ser cogitadas, tanto em termos de materiais como em termos de tipo estrutural para a superestrutura do alargamento.

O ideal, do ponto de vista de funcionamento da estrutura, seria repetir uma ou duas longarinas em concreto armado, vigas contínuas de altura variável. Esta solução, entretanto, seria antieconômica pelo uso do concreto armado em vãos superiores a 20 metros e inconcebível em termos de tecnologia atual, pois sua construção exigiria escoramento direto de toda a obra.

A solução em vigas pré-moldadas de concreto protendido teria o grave inconveniente da incompatibilidade de deformação localizada no apoio central onde a viga nova, simplesmente apoiada, teria liberdade de giro e a viga existente, que é contínua teria o giro limitado ou impedido.

A solução foi o uso de viga contínua mista aço/concreto. O baixo peso da estrutura de aço permite o lançamento da viga completa por empurramento a partir de uma das margens ou, como foi usado, com guindastes. A diferença de comportamento da estrutura original em concreto armado e da estrutura com viga mista pode ser facilmente considerada nos modelos estruturais (MIX, 2011). Para se obter uma análise mais próxima ao comportamento da estrutura final, é necessário considerar que nas regiões de momentos negativos o concreto da estrutura mista não colabora. Nessas regiões foram feitos reforços das mesas da viga de aço e das armaduras longitudinais da laje. No modelo estrutural foi considerada a inércia apenas das vigas de aço na região de momentos negativos.

A disposição das vigas novas foi estudada de modo a que as novas cargas fossem suportadas pelo conjunto da nova superestrutura sem necessidade de reforço da longarina de concreto armado adjacente ao lado que está recebendo o alargamento. As vigas mistas foram aproximadas da estrutura, funcionando como reforço daquela viga.

As Figuras 6 e 7 ilustram as soluções adotadas.

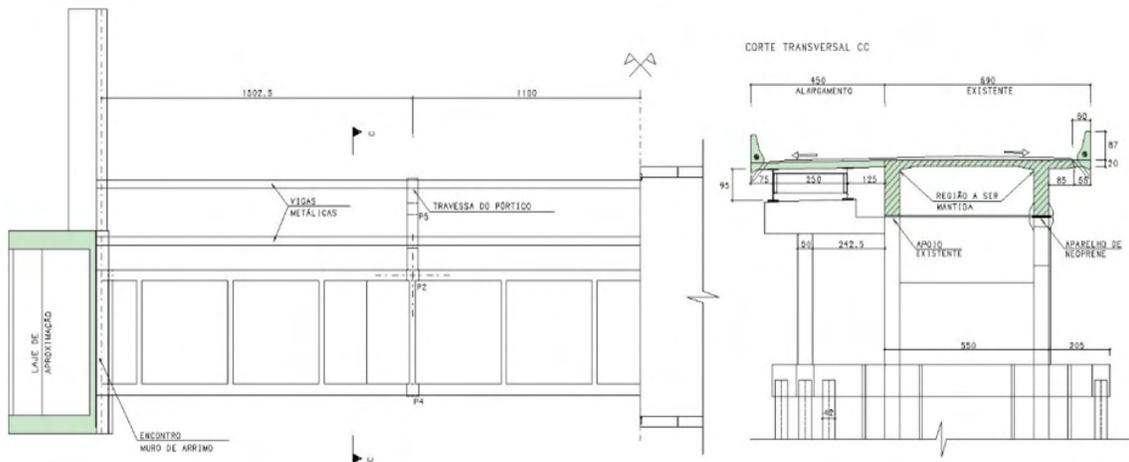


Figura 6 – Cortes Horizontal e Transversal do Alargamento.



Figura 7 – Lançamento da Estrutura de Aço com Guindastes.

Na longarina do lado oposto, o acréscimo de solicitação será equilibrado pelo uso de protensão externa, sendo inviável o uso de reforço com barras de aço ou com fibra de carbono devido aos valores elevados dos acréscimos das solicitações.

4 | PROTENSÃO EXTERNA

Na face oposta ao alargamento foi usada protensão externa levando em conta o conhecimento da resistência da viga existente.

No modelo estrutural da ponte completa, foram determinadas as solicitações nas longarinas existentes, especialmente os momentos fletores máximos e mínimos. A protensão externa foi concebida para aplicar forças na longarina dirigidas de baixo para cima na posição de uma transversina dos vãos extremos e em duas transversinas do vão central.

Essas forças foram reguladas para que os momentos produzidos em todas as seções sejam superiores à diferença entre a resistência original (NBR 6118, 2014) e valor máximo da solicitação em cada seção. Essa verificação deve ser feita com os valores finais da protensão, isto é, depois das perdas instantâneas e diferidas. Lembrando que as perdas diferidas podem ser limitadas às perdas por relaxação do aço (SARKIS, P. J., 2021).

Por outro lado, deve ser evitado excesso de protensão que possa provocar a ruína da peça. Isso foi obtido regulando a força de protensão para que a solicitação produzida, na ocasião da aplicação da protensão, não seja superior a um certo percentual da solicitação mínima (em geral aquela causada pelo peso próprio). Quando o funcionamento da estrutura é bem definido esse percentual pode ser de até 90% (da solicitação mínima). No caso presente optou-se por limitar a 80%.

As Figuras 8, 9 e 10 ilustram o processo e a cablagem utilizada.

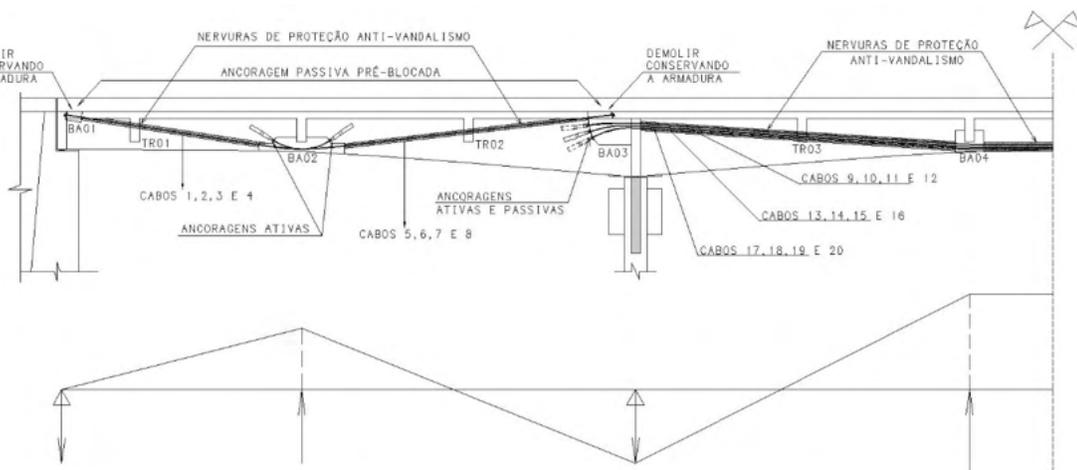


Figura 8 – Esquema de Protensão Externa da Ponte Existente.



Figura 9 – Foto dos Cabos de Protensão Externa da Ponte Existente.



Figura 10 – Foto dos Cabos com Armadura da Proteção contra Vandalismo.

Para dispor a cablagem foi importante ter o conhecimento dos detalhes das armaduras. Ao natural os cabos seriam protendidos pela face superior das vigas, entretanto, o detalhe de distribuição das armaduras negativas da viga original, reproduzido na Figura 11, mostra que haveria dificuldade para se obter o espaço necessário para protensão ativa

sem romper algumas dessas armaduras principais.

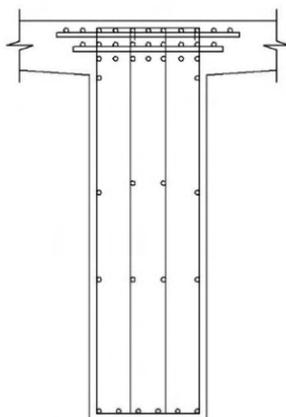


Figura 11 – Reconstituição da Distribuição das Armaduras da Viga Original.

5 | APARELHOS DE APOIO

Nas solicitações pela proximidade das vigas de aço utilizadas no alargamento, optou-se por manter os aparelhos existentes uma vez que o funcionamento destes se mostrou adequado. Não havia sintoma de patologia relacionada com eles. Entretanto, na outra longarina que teve sua capacidade aumentada foi necessário projetar aparelhos de Neoprene, principalmente devido ao aumento das reações.

Foi importante a recuperação dos dados do projeto original e principalmente da memória de cálculo. Na leitura do projeto as armaduras passantes das rótulas de concreto não estavam legíveis devido à qualidade das cópias recuperadas. No entanto, na memória de cálculo estava bem claro que esse sistema, muito comum na época, tinha sido utilizado. Estava especificado o uso de seis barras 3/8" como armaduras passantes na rótula Freyssinet.

Para introduzir os novos aparelhos de apoio, de Neoprene fretado com 4 camadas de 8 mm, foram projetados dentes para apoio de macacos. Para a suspensão, na primeira etapa da execução, seria aplicada apenas a carga de peso próprio existente na rótula de concreto para os macacos. Após essa operação seria demolido o concreto da rótula, cortados os ferros passantes, elevada poucos centímetros a mais a viga e demolidas a cabeça do pilar e a face inferior da longarina permitindo a execução dos acabamentos necessários para receber os novos aparelhos de apoio.

As Figuras 12, 13, e 14 mostram as diversas fases da operação.



Figura 12 – Suspensão da Longarina para Transferência de Cargas.



Figura 13 – Corte da Armadura Passante com Arco Elétrico.



Figura 14 – Aparelho de Neoprene Posicionado.

6 | APARELHOS DE APOIO

Para completar a resistência das lajes foram projetados dois tipos de reforço com fibra de carbono. Na face inferior, para momentos positivos, foi especificada a malha de fibra de carbono isotrópica. Na face superior, para momentos negativos, foi projetado o reforço com lâminas de fibra de carbono inseridas em sulcos de 2 cm de profundidade, abertos com disco, cuja eficiência é superior a lâmina colada (S.P. Clever Brasil, 2016).

As Figuras 15, 16, 17 e 18 mostram as diversas fases da operação.



Figura 15 – Aplicação do Reforço da Face Inferior da Laje com Malha de Fibra de Carbono.



Figura 16 – Aplicação do Reforço da Face Inferior da Laje com Malha de Fibra de Carbono.



Figura 17 – Aplicação das Lâminas de Fibra de Carbono Inserida.



Figura 18 – Face Superior da Laje Reforçada com Lâminas de Fibra de Carbono Inserida.

7 | CONCLUSÃO

Como se mostrou ao longo do trabalho é muito importante se obter, através de documentação ou da anamnese, uma boa informação sobre a estrutura que vai ser objeto da reforma.

Neste exemplo, o traçado dos cabos de protensão externa e o procedimento para substituição da rótula de concreto por aparelho de Neoprene, provavelmente seriam objetos de retrabalho se não tivessem sido encontrados o projeto e a memória de cálculo original.

Para o alargamento da ponte é necessário compatibilizar o máximo possível o funcionamento de uma estrutura nova com a antiga considerando as evoluções ocorridas tanto no uso de materiais como nos métodos construtivos.

Quanto ao reforço das lajes, deve-se ressaltar que a fibra de carbono ainda é pouco utilizada em pontes, especialmente na forma de lâminas inseridas.

No momento em que esse artigo foi elaborado a obra estava em plena execução. Havendo recentemente sido lançada a estrutura metálica para o alargamento, faltando, ainda, a execução da protensão externa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7188 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas**. Rio de Janeiro, 2013.

MIX, **Sistema de Análise Estrutural – Manual de uso**. São Paulo, 2011.

SARKIS, J. M. – “**Modernização de Pontes Antigas Ponte Sobre o Rio Jucu – BR101 ES**”. XII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. Rio de Janeiro, 2021. Acessado em 27 de julho de 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JXLMQ9EW3OI>

SARKIS, J. M.; SARKIS, P. J. - **Uso de Drones em inspeção Definição de Recuperação em OAEs** – IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. Rio de Janeiro, 2016.

SARKIS, P. J. – “**Recuperação e Reforço de Pontes com Protensão Externa**”. Acessado em 19 de março de 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=dF1vhR7Hxbo&list=PLMAtwHzjmH0C_AsAIYJ3CDsnZoWkXKwDh

S.P. Clever Brasil Ltda – “**Reinforcement ARMO Flexion EC Fr Manuel d’Utilisation**”. São Paulo, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alabeos 52, 57, 58, 60

Algoritmo 29, 30, 63, 64, 66, 70, 71, 72

Aparelho de apoio 38

Arte 38, 74, 84, 87, 88

AVO 91, 92, 93, 94, 95, 102, 103

C

Canteiro de obra 14, 15, 18

Cinética de secado 52

Covilhã 74, 75, 76, 79, 83, 88, 89, 90

Cultura 23, 74, 88

D

Defectos de secado 52

Dinamômetro 63, 64, 66, 68, 72

F

Fibra de carbono 38, 44, 48, 49, 50

H

Humedad de la madera 52, 53, 54, 58, 59

I

Indústria 2, 24, 74, 75, 78, 79, 80, 83, 88, 90

L

Linguagem 14, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 63, 64, 68, 71

M

Módulo de controle 63, 64, 66, 68, 70

Monteiro-PB 14, 15

N

Neguentropia 1, 2, 7, 9, 12, 13

P

Petróleo 92, 96, 102, 103

Ponte 38, 39, 41, 42, 44, 45, 50, 51

Programas de secado 52, 62

Protensão externa 38, 44, 45, 50, 51

R

Redes neurais artificiais 25, 28, 29, 30, 36, 37

Reforço 38, 39, 42, 44, 48, 49, 50, 51

Refrigeração 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13

Requalificação 74, 87, 89, 90

Robótica 24, 25, 26, 27, 29, 30, 36

S

Sísmica 92

Sociolinguística 14, 15, 17, 18

T

Termoeconomia 1, 5, 7, 13

V

Visão computacional 25, 26, 27, 30, 36

ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 



ENGENHARIAS:

Criação e repasse de tecnologias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

